

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-130212

(P2011-130212A)

(43) 公開日 平成23年6月30日(2011.6.30)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04R 3/04 (2006.01)</b>	H04R 3/04	5D020
<b>G10K 15/00 (2006.01)</b>	G10K 15/00	L

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2009-286961 (P2009-286961)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成21年12月17日(2009.12.17)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100076428
			弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

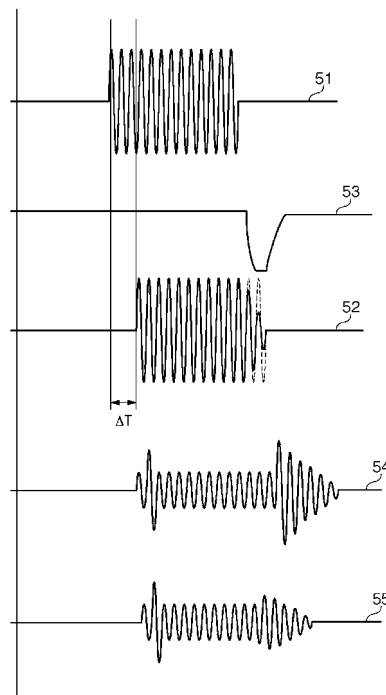
(54) 【発明の名称】 音響処理装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 聴感上問題となる、定在波の発生する周波数成分の信号の立ち下がり後の残響の影響を軽減する。

【解決手段】 リスニングルームにおいて放音した定在波状態を測定するためのテスト信号を收音し、その周波数特性に基づいて定在波によるピーク位置又はディップ位置を特定する。次にピーク位置又はディップ位置の周波数に対応するパースト信号を放音し、これを收音する。收音された信号の、上記パースト信号の定常部に対応する部分のピークに対してそのパースト信号の終了位置に対応する立ち下がり部分で増大したピークの増加分 P を算出し、出力する音響信号の上記ピーク位置又はディップ位置の周波数を、 P に依存した減衰量で減衰させる。

【選択図】 図 5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

リスニングルームの音響特性に基づいて、出力する音響信号を調整する音響処理装置であって、

前記リスニングルームにおいて定在波状態を測定するためのテスト信号をスピーカから放音し、該放音された前記テスト信号をマイクロホンで收音する第 1 の收音手段と、

前記第 1 の收音手段により收音された信号の周波数特性に基づいて、定在波によるピーク位置又はディップ位置を特定する特定手段と、

前記ピーク位置又はディップ位置の周波数に対応するバースト信号を前記リスニングルームにおいて前記スピーカから放音し、該放音された前記バースト信号を前記マイクロホンで收音する第 2 の收音手段と、

前記第 2 の收音手段により收音された信号の、前記バースト信号の定常部に対応する部分のピークに対して、前記バースト信号の終了位置に対応する立ち下がり部分で増大したピークの増加分  $P$  を算出する算出手段と、

前記出力する音響信号の前記ピーク位置又はディップ位置の周波数を、前記  $P$  に依存した減衰量で減衰させるフィルタ手段と、

を有することを特徴とする音響処理装置。

## 【請求項 2】

前記フィルタ手段は、

前記出力する音響信号の前記ピーク位置又はディップ位置の周波数を弁別するバンドパスフィルタと、

前記バンドパスフィルタの出力信号の包絡線信号を生成する包絡線生成手段と、

前記包絡線信号に対して微分処理を行い微分信号を取得する微分手段と、

前記微分信号の負側の信号と同期した位置で、前記  $P$  に依存した時間幅及び振幅の減衰量制御信号を発生する発生手段と、

前記出力する音響信号を一定時間遅延させる遅延手段と、

前記遅延手段により前記一定時間遅延した前記音響信号の前記ピーク位置又はディップ位置の周波数を、前記減衰量制御信号で指示される減衰量で減衰させるノッチフィルタと、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の音響処理装置。

## 【請求項 3】

前記発生手段は、前記立ち下がり部分で前記  $P$  だけ増大したピークが前記定常部でのピークと同等の値に下がるまでの時間を測定し、該測定された時間に対応する所定の時間幅及び振幅の減衰量制御信号を発生することを特徴とする請求項 2 に記載の音響処理装置。

## 【請求項 4】

前記  $P$  が所定値以下になるまで、前記第 2 の收音手段、前記算出手段、及び前記フィルタ手段による動作を繰り返すことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の音響処理装置。

## 【請求項 5】

前記フィルタ手段は、前記出力する音響信号を入力してから所定時間経過後に動作を開始することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の音響処理装置。

## 【請求項 6】

リスニングルームの音響特性に基づいて、出力する音響信号を調整する音響処理装置によって実行される音響処理方法であって、

第 1 の收音手段が、前記リスニングルームにおいて定在波状態を測定するためのテスト信号をスピーカから放音し、該放音された前記テスト信号をマイクロホンで收音する第 1 の收音ステップと、

特定手段が、前記第 1 の收音ステップで收音された信号の周波数特性に基づいて、定在波によるピーク位置又はディップ位置を特定する特定ステップと、

第 2 の收音手段が、前記ピーク位置又はディップ位置の周波数に対応するバースト信号

10

20

30

40

50

を前記リスニングルームにおいて前記スピーカから放音し、該放音された前記バースト信号を前記マイクロホンで收音する第2の收音ステップと、

算出手段が、前記第2の收音ステップで收音された信号の、前記バースト信号の定常部に対応する部分のピークに対して、前記バースト信号の終了位置に対応する立ち下がり部分で増大したピークの増加分  $P$  を算出する算出ステップと、

フィルタ手段が、前記出力する音響信号の前記ピーク位置又はディップ位置の周波数を、前記  $P$  に依存した減衰量で減衰させるフィルタステップと、

を有することを特徴とする音響処理方法。

【請求項7】

コンピュータを、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の音響処理装置が有する各手段として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、室内の定在波による周波数特性の影響を補正する音場補正技術に関する。

【背景技術】

【0002】

家庭内などの室内においてスピーカなどの音源から音を発した場合、室内の各個所に最短距離で到達する直接音に加え、部屋の壁や天井、床といった各面からの反射音が存在するため、これらの音波が互いに重なり合う。このとき、例えば平行に向かい合った面の間で、面間距離が音波の半波長の整数倍となる周波数の場合、定在波が生じブーミングと呼ばれる低域の共振が生じる。

【0003】

このような場合、パラメトリックイコライザでブーミングを抑えたり、予めリスニング位置でマイクロホンにより音響特性を計測し、その逆特性で補正することが行われている。この技術に加えて、更に反射音の方向情報まで利用する技術も開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平5-83786号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

リスニングルームなどの周波数特性を測定すると、例えば図2に示すような特性が得られる。定在波は、音圧レベルが増大しているピーク部分と音圧レベルが減少しているディップ部分で発生する。この定在波部分は、スピーカなどから出力された音が部屋の大きさに対して、共振を起こす周波数であり、他の周波数部分に対して、レベル変動が大きいだけでなく、時間方向の変化も大きい。

【0006】

図3を参照して定在波による影響を説明する。図3において、信号33はディップ部分の周波数の信号である。信号32は周波数特性上平坦な部分の周波数の信号であり、信号31は信号32をバースト状に発音した時の信号である。平坦部分の信号32は、バースト状の信号31の立ち下がりとともに急峻にその音圧レベルが低下している。

【0007】

ディップ部分の信号33では、その立ち上がり部分で、反射波のない状態では普通に立ち上がり始めている。しかし、ディップ部分の信号33は定在波が発生している周波数のため、反射波との干渉が始まると、直接波と反射波の干渉によってバースト信号発生中はレベルが低くなっている。さらに定在波周波数では共振状態となっているため、元のバースト信号が立ち下がっているにもかかわらず、発音中よりも大きなレベルの信号が観測さ

10

20

30

40

50

れている。これは、バースト信号終了とともに直接波の成分が失われるため、共振により増大した反射波の成分のみが残り、音波出力が終了しているにもかかわらず、発音期間よりも大きなレベルの信号が長い時間残っているためである。このために、ディップ部分の信号成分は、本来の発音時には、低いレベルであり、発音されるべきではないタイミングで、音が大きくなってしまい、これが聴感上問題となる。

#### 【0008】

また、定在波ピーク部分の周波数に関しても、大きな残響がいつまでも残るなどの問題がある。一般的なブーミング補正の場合には、パラメトリックイコライザ等を用いて、定在波のピーク部分に相当する周波数成分を、常に一定量減衰させるなどの手法がとられている。しかし、この手法をディップ部分に適用すると、すでに干渉によって低下している本来の音が出ている部分を更に減衰させてしまい、その部分の音がほとんど聞こえないなどの弊害を生じる。

10

#### 【0009】

したがって、本発明の目的は、聴感上問題となる、定在波の発生する周波数成分の信号の立ち下がり後の残響の影響を軽減することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明の一側面によれば、リスニングルームの音響特性に基づいて、出力する音響信号を調整する音響処理装置であって、前記リスニングルームにおいて定在波状態を測定するためのテスト信号をスピーカから放音し、該放音された前記テスト信号をマイクロホンで收音する第1の收音手段と、前記第1の收音手段により收音された信号の周波数特性に基づいて、定在波によるピーク位置又はディップ位置を特定する特定手段と、前記ピーク位置又はディップ位置の周波数に対応するバースト信号を前記リスニングルームにおいて前記スピーカから放音し、該放音された前記バースト信号を前記マイクロホンで收音する第2の收音手段と、前記第2の收音手段により收音された信号の、前記バースト信号の定常部に対応する部分のピークに対して、前記バースト信号の終了位置に対応する立ち下がり部分で増大したピークの増加分  $P$  を算出する算出手段と、前記出力する音響信号の前記ピーク位置又はディップ位置の周波数を、前記  $P$  に依存した減衰量で減衰させるフィルタ手段とを有することを特徴とする音響処理装置が提供される。

20

#### 【発明の効果】

30

#### 【0011】

本発明によれば、聴感上問題となる、定在波の発生する周波数成分の信号の立ち下がり後の残響の影響を軽減することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】実施形態における音響システムの構成を示す図。

【図2】リスニングルームにおける周波数特性の例を示す図。

【図3】定在波の影響を説明する図。

【図4】実施形態における音響処理装置の構成例を示すブロック図。

【図5】減衰量制御信号の適用に係るタイミング図。

40

【図6】減衰量制御信号の生成を説明する図。

【図7】実施形態におけるフィルタの構成例を示すブロック図。

【図8】バースト検出波形を説明する図。

【図9】実施形態における補正係数決定処理を示すフローチャート。

【図10】減衰量制御信号の別の例を示す図。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0013】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

#### 【0014】

(第1の実施形態)

50

図 1 は、本実施形態における音響システムの構成を示す図である。この音響システムは、以下に説明する構成、処理によって、再生音場空間であるリスニングルームの音響特性に基づいて、出力する音響信号を調整することが可能である。音響処理装置 11 は、表示部 14、ボリュームコントロール 18、リモコン受光部 16などを備えている。この音響処理装置 11 より、スピーカ 12 L、12 R に対して音声信号が送信される。スピーカ 12 L、12 R はそれぞれアクティブスピーカであり、それぞれにパワーアンプ 17 L、17 R を有している。この構成は一例であり、アクティブスピーカでなく、途中にパワーアンプを有する構成でも構わない。

【0015】

13 はマイクロホンであり、音響処理装置 11 から、スピーカ 12 L、12 R に送られたテスト信号などを收音するために用いられる。15 は音響処理装置 11 のコントロールを行うリモコン装置であり、通常、音響処理装置 11 へ接続された、不図示のオーディオ機器 (CD, DVD など) を選択したり、ボリュームコントロールを行うためのものである。

10

【0016】

図 4 は、音響処理装置 11 の構成を示す図である。通常の動作時には、入力切替部 41 に接続された外部の音響機器からの音楽情報が、フィルタ 42 を介して、出力部 43 に送られる。出力部 43 は、LINEOUT を持つような装置であれば、不図示の D/A 変換器によりアナログで音楽情報を出力する。一方、デジタル出力であれば、例えば SPDIF などのデジタル IF の信号に出力信号を変換して、スピーカ 12 L、12 R に対して音楽情報を出力する。

20

【0017】

補正係数の決定のために動作時には、入力切替部 41 が演算制御部 46 からの指令により、テスト信号発生部 44 と接続される。テスト信号発生部 44 は、低周波から高周波に周波数が連続的に変化するスイープ信号や、ホワイトノイズ等を出力することができる。あるいは、擬似ランダム信号の一種である M 系列信号を用いた、MLS (maximum length sequence) 信号を用いた信号を出力することもできる。この信号は、発生方法が簡略であると同時に、アダマール変換などの手法を用いることで、高速にインパルス応答を得ることが可能であり、ユーザのリスニングルームなどで特性を測定する上では、短時間で計算できるなどのメリットを持っている。

30

【0018】

マイクロホン 13 は、スピーカ 12 から発生したテスト信号を收音することができる。マイクロホン 13 から出力された電気信号は、A/D 変換器 48 にてデジタルデータに変換され、演算制御部 46 に送られ、例えば記憶部 50 に録音されると共に、演算制御部 46 によりプログラムに従って解析されうる。

【0019】

フィルタ 42 においては、図 5 に示すような処理がなされる。いま、説明のために、定在波によって周波数特性上、ディップが発生している周波数の信号 51 のみが入力されている場合を考える。入力信号 51 に対して、部屋の共振特性により、音波として観測される信号は、信号 54 のように、信号出力停止後に音圧が上昇した波形となる。この信号出力停止後の音圧上昇を防止するために、フィルタ 42 は、入力信号 51 の立ち下がり部分のゲインを低下させて出力させる構成とする。

40

【0020】

具体的には、入力信号 51 から、後述する微分演算部などにより減衰量制御信号 53 を生成する。減衰量制御信号 53 は、入力信号の立ち下がり特性に同期されているため、信号の立ち下がり部分のみを減衰させるために、出力信号を一定時間  $T$  だけ遅延させ、この減衰量制御信号によって、当該周波数のノッチフィルタの減衰量を制御する。これにより、信号 52 の破線部を実線部のように減衰させることができる。

【0021】

このように出力信号の立下り部分のゲインを低減することによって、従来の出力信号 5

50

4を、出力停止後の音圧上昇を抑制した信号55にすることができる。このように、出力信号の立ち下がり部分のみを減衰させることで、信号の立ち上がり部分や、干渉により音圧の低下している連続音の部分の音圧を下げることなく、聴感上問題のある残響部分のみに作用することができる。

【0022】

図6は、減衰量制御信号の生成の概略を示す図である。入力信号61に対して、その立ち下がりタイミングを抽出するために、微分処理を行う。そのために、まず、入力信号61の包絡線信号62を生成する。生成された包絡線信号に対して微分処理を行い、微分信号63を取得する。この微分信号のうち、立ち下がりにかかわる負側の信号と同期した位置で、例えば、リスニングルームの残響時間に対して、所定の時間幅T及び振幅Hのパルス信号64を生成し、これを減衰量制御信号53とする。

10

【0023】

これらの処理は例えば、図7で示すフィルタ42のブロック構成で実現できる。出力する音響信号(入力信号)は、出力信号とするための遅延回路71と、ピーク位置又はディップ位置の周波数を弁別するバンドパスフィルタ73に入力される。バンドパスフィルタ73で特定周波数に分けられた信号は、包絡線生成回路74を経て、微分回路75に入力される。微分回路75からは、信号の立ち下がりタイミングに同期した信号が出力され、この信号に対して、制御量設定部77で設定されたパルス幅及びゲインを有した減衰量制御信号が制御信号発生回路76により生成される。

【0024】

20

生成された減衰量制御信号によって、ノッチフィルタ72のゲインが制御され、先に制御量設定部77によって設定された遅延回路71にて一定時間遅延された入力信号の立ち下がり部分のゲインが制御される。遅延時間については、制御量設定部77で設定されたパルス幅以上の遅延時間が必要となる。

【0025】

減衰量制御信号のパルス幅及び振幅については、リスニングルームの残響特性から決定しても良い。例えば、パースト信号に対して、図8にあるような信号がディップ位置に対応する周波数の信号として得られた場合を考える。この場合、共振によってレベルが低くなっている定常部に続いて、立ち下がり部分では、いったん信号ピークがPだけ増加した後立ち下がっていく。そこで、その立ち下がり部分でPだけ増大した信号ピークが定常部でのピークと同等の値に下がるまでの時間を測定し、その時間に対するテーブルをあらかじめ用意して、パルス幅、高さを決定するとよい。あるいは、Pを測定し、その値があらかじめ設定した値以下、例えばレベルが低くなっている部分と同じになるようなパルス幅、またはパルス高を決定するようにしてもよい。このように、減衰量制御信号のパルス幅及び振幅は、Pに依存して設定することができる。

30

【0026】

図9は、実施形態における補正係数決定処理を示すフローチャートである。この処理は、リモコン等を介して、動作モードを補正係数決定モードとして指示されることにより開始される(S100)。動作を始める前に、ユーザには、マイクロホン13を通常音楽を鑑賞する場所であるリスニングポイントに設置し、A/D変換器48と接続するよう促すメッセージを表示部14に表示するようにしても良い。マイクロホン13が接続されたら、入力切替部41をテスト信号発生部44からの信号を入力とするように指示する(S101)。

40

【0027】

次に、補正係数を初期値、例えばパルス幅 $T = 0$ 、高さ $H = 0$ とする(S102)。このように初期設定することで、フィルタ42は何も機能しない、いわゆるスルー設定となる。このような状態で、テスト信号発生部44からテスト信号を発生しスピーカ12から放音する(S103)。このときのテスト信号は、リスニングルームの定在波状態を測定するためのものであり、前述のMLS信号やSweep信号を用いて、リスニングポイントにおけるテスト信号をマイクロホン13で収音する(S104)(第1の収音)。録音

50

されたデータは、FFTやアダマール変換などを用いて周波数領域データに変換される(S105)。

【0028】

得られた周波数領域データの周波数特性から、定在波によるピーク位置及びディップ位置を特定する(S106)。特定されたピーク位置、ディップ位置のうち、所定レベルを超えるようなディップ等が検出されたら、その点を補正候補として記憶しておく。S107では、この結果から補正候補の有無を判定する。補正候補が見つからないような場合には、特に補正などを行う必要がないので、そのまま終了しても構わない(S115)。補正候補が見つかった場合は、S108で、補正対象となった周波数のバースト信号をテスト信号発生部44より出力する。

10

【0029】

出力されたバースト信号は、出力部43、スピーカ12よりリスニングルーム内に放音されて、リスニングルームの特性を有してマイクロホン13によって收音される(第2の收音)。收音された信号はA/D変換器48でA/D変換された後、演算制御部46を介して、記憶部50に保存される(S109)。

【0030】

次に、録音されたデータに基づいて、部屋の残響特性の解析を行う(S110)。ここでは特に、S109で收音された信号の、上記バースト信号の定常部に対応する部分のピークに対する、上記バースト信号の終了位置に対応する立ち下がり部分で増大したピークの増加分Pを算出する。最初のループにおいては、補正係数T、Hともに設定されていないので、そのままの特性が測定されていることになり、ほとんどの場合、S111での

20

Pの閾値判定に対して、所定値をオーバして測定されることになる。このときの閾値は、先に述べたとおり、干渉によりレベルが低下している部分と同等か、あるいは、そのレベルに対して、許容できる程度大きい値に設定しておけばよく、システムによって、適宜決定すればよい。

【0031】

S111にてPが所定値以下ではない場合、S112において、補正係数T、Hを設定する。これによりT、Hに値が設定されたため、フィルタ42は実質的にフィルタとして働くことになる。このとき、Tの値に即して、遅延回路71に対して遅延時間Tも設定される。

30

【0032】

次にS108に戻り、補正係数を設定した状態で再びバースト信号の発音を行う。これを録音して(S109)、残響特性の解析を行う(S110)。今度録音されたデータは、フィルタ42の効果が入っているため、残響特性部分が減衰したものが録音されている。このときに残響特性部分のPが所定値より下がっていれば、このときの補正係数を採用することになる。

【0033】

Pが所定値よりも大きい値であった場合には、補正係数の値を増大させ、同様のループを繰り返し、所定値以下になる補正係数を決定する。Pが所定値以下と判断された場合には、S113にて、補正係数としてのT、HとTの値が記憶される。補正すべき周波数が複数あった場合には、同様の補正係数を決定するためのS108移行の処理を繰り返し、全てのピーク又はディップに対して補正係数が決定されたら、処理を終了する(S115)。

40

【0034】

補正係数が決定されると、入力切替部41に対して、通常の入力が通るように変更し、通常動作を行うことで、フィルタ42にて、決定された補正係数による補正のかかったコンテンツを鑑賞することが可能になる。このとき、ユーザに対して、マイクロホン取り外しなどの指示を表示部14から行うようにしてもよい。

【0035】

システムによっては、Hは一定でパルス幅Tのみで制御する構成をとることも可能であ

50

る。また、測定によってパルス幅  $T$  を決定せず、テーブルなどによって決める場合には、あらかじめ、想定される残響に対する減衰量を定義してテーブルに格納し、テスト信号の残響特性から値を決定するなどする。この場合、S 1 1 1 からの繰り返しループを行わず、係数を決定するよう構成することで、処理の短時間化を図ったシステムを構成ことが可能である。

#### 【 0 0 3 6 】

( 第 2 の実施形態 )

上述の第 1 の実施形態では、全ての場合について補正を行う構成とした。しかし、ディップ部分の立ち上がり時には、図 3 で示したように、共振が発生する前には本来の信号の立ち上がり特性が得られている。この信号が補正によって消えてしまうと、この周波数信号が聞こえなくなり、特性の悪化につながる場合がある。

10

#### 【 0 0 3 7 】

そこで、所定時間経過後にのみ補正対象の周波数を補正するように構成するとよい。すなわち、出力対象の音響信号を入力してから所定時間経過後にフィルタの動作を開始するように構成する。補正の有無を決定する所定時間に関しては、図 8 に示される立ち上がり時間  $T_r$  から決定すればよい。 $T_r$  は干渉が始まるまでの時間であるので、これ以上の時間同周波数の信号が連続している場合に、補正を許可する。

#### 【 0 0 3 8 】

ここで、図 6 に示した微分信号 6 3 の正側部分と負側部分の間の時間  $T_d$  が  $T_r$  以上である場合にのみ補正を行うように、図 4 の微分回路 7 5 からの信号を制御信号発生回路 7 6 に送るように構成していてもよい。

20

#### 【 0 0 3 9 】

補正用の信号は、図 5 の減衰量制御信号 5 3 に示したようなパルス信号に限定されない。例えば図 1 0 に示すように、パルスの立ち下がりや立ち上がり特性をなまらすなどの方法をとることも可能である。このようにフィルタによる減衰をスムーズに変化させることで、干渉状態を緩やかに終了させ、急激な変化による聴感上の不具合を軽減させることができる。

#### 【 0 0 4 0 】

以上では主に、定在波ディップ周波数に関して説明してきたが、もちろんピーク部分も、共振による尾引が発生しているので、同様な処理が適用可能である。また、図面での説明は、一つの周波数に関するものであるが、複数のディップ、ピークに対して同様の構成をもって、補正することは当然可能である。

30

#### 【 0 0 4 1 】

また、構成の説明上、それぞれのブロックを回路にて構成するような説明であったが、デジタルシグナルプロセッサ ( D S P ) などの音響処理用の L S I などを用いてソフトウェアで処理することも可能である。

#### 【 0 0 4 2 】

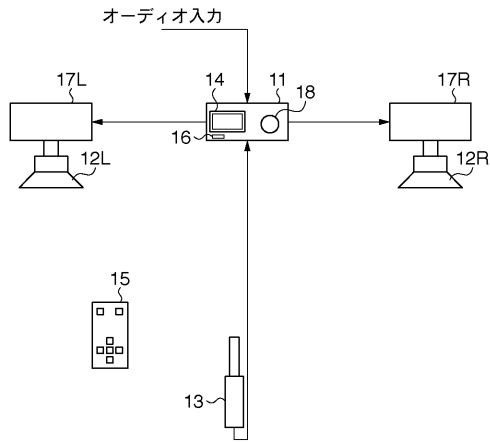
( 他の実施形態 )

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア ( プログラム ) を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ ( または C P U や M P U 等 ) がプログラムを読み出して実行する処理である。

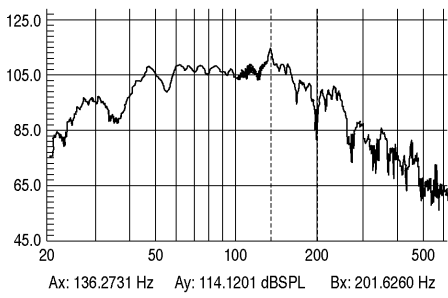
40



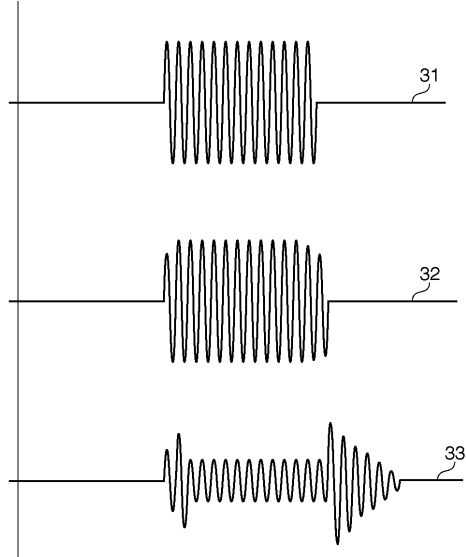
【 図 1 】



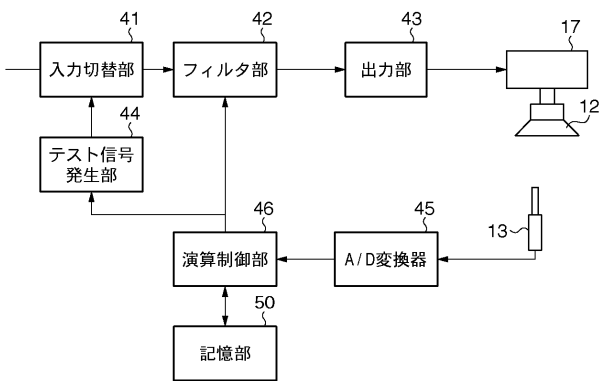
【 図 2 】



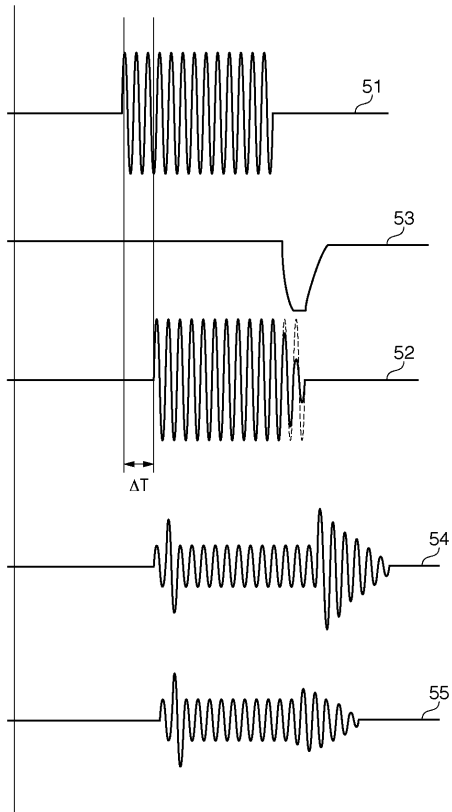
【 図 3 】



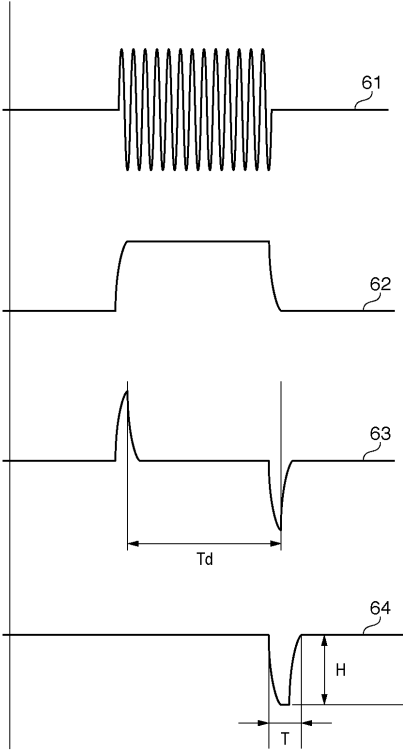
【 図 4 】



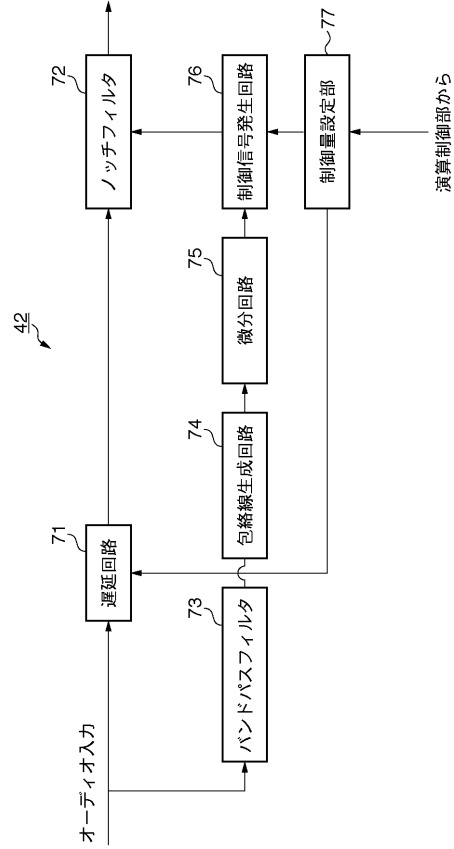
【 図 5 】



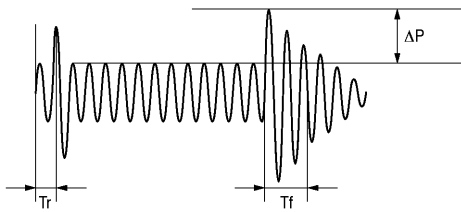
【 図 6 】



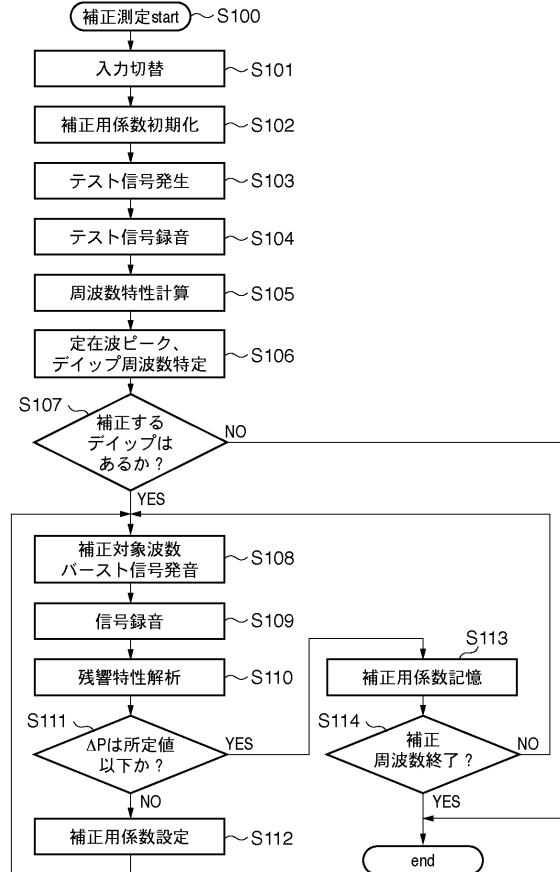
【 図 7 】



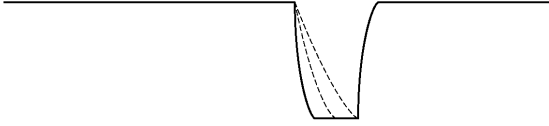
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 淳

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5D020 CE02